



Apt. Rahmadani, M.Farm.
Apt. Tuti Alawiyah, S.Farm., MM

ANALISA KUALITATIF LOGAM BERAT



ANALISA KUALITATIF LOGAM BERAT

ANALISA KUALITATIF LOGAM BERAT

Apt. Rahmadani, M.Farm.
Apt. Tuti Alawiyah, S.Farm., MM



ANALISA KUALITATIF LOGAM BERAT

Penulis:

Apt. Rahmadani, M.Farm.
Apt. Tuti Alawiyah, S.Farm., MM

Editor:

Sri Pitaloka
Nova Arian

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : Januari 2024

Hak Cipta 2024, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2024
; 14,8 x 21 cm
ISBN : 978-623-448-784-8

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehigga penyusunan ANALISIS KUALILATIF LOGAM BERAT ini dapat terselesaikan dan sebagai bekal mahasiswa yang dapat sesuai dengan kualifikasi keahlian standar. Berdasarkan hal itu disusun kompetensi yang harus dikuasai dan selanjutnya dijabrkan ke dalam deskripsi program pembelajaran dan materi ajar yang diperlukan.

Pada kesempatan ini, tak lupa penyusun mengucapkan banyak terimakasih semua pihak yang turut aktif membantu penyusunan. Penyusun menyadari bahwa dalam buku ini masih jauh dari sempurna. Dengan kerendahan dan ketulusan hati, penyusun akan terbuka untuk menerima kritik yang membangun demi kesempurnaan buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Banjarmasin, 9 November 2023

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	II
BAB I LOGAM BERAT	1
A. Pengertian Logam Berat	1
B. Merkuri (Hg)	3
C. Kadmium (Cd)	7
D. Arsenik (As)	9
E. Timbal (Pb)	11
F. Tembaga (Cu)	15
 BAB II TOKSISITAS LOGAM BERAT	 18
 BAB III ANALISIS KUALITATIF	 28
A. Pengertian Analisis Kualitatif	28
B. Analisis Kualitatif Berdasarkan Sifat Fisis Bahan	30
C. Analisis Kualitatif Kation Metode H ₂ S	34
1. Golongan I	37
2. Golongan II	41
3. Golongan III	42
4. Golongan IV	43
5. Golongan V	43
D. Identifikasi Kation-Kation	44

BAB IV ANALISIS KUALITATIF KANDUNGAN LOGAM	
BERAT	46
A. Analisis Kualilatif Logam Merkuri (Hg)	46
B. Analisis Kualitatif Logam Kadmium (Cd)	47
C. Analisis kualitatif Logam Arsenik (As)	47
1. Uji As dengan Pereaksi AgNO	47
2. Uji As dengan Pereaksi CuSO	48
3. Uji As dengan Pereaksi KI	48
D. Analisis Kualitatif Logam Timbal (Pb)	48
1. Uji Pb dengan Pereaksi KI	48
2. Uji Pb dengan Pereaksi HCl	49
3. Uji Pb dengan Percaksi NaOH	49
E. Analisis Kualitatif Tembaga (Cu)	49
 BAB V EFEK BAGI KESEHATAN	 51
A. Merkuri (Hg)	51
B. Kadmium (Cd)	51
C. Arsenik (Ar)	53
D. Timbal (Pb)	54
E. Tembaga (Cu)	56
 DAFTAR PUSTAKA	 58

BAB I

LOGAM BERAT

A. Pengertian Logam Berat

Logam berat merupakan komponen alami di tanah. Komponen ini tidak dapat didegradasi (*non degradable*) maupun dihancurkan. Senyawa ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, dan udara. Logam berat merupakan komponen alami tanah. Elemen ini tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, atau udara. Logam berat seperti tembaga, selenium, atau seng dibutuhkan tubuh manusia untuk membantu kinerja metabolisme tubuh. Akan tetapi, dapat berpotensi menjadi racun jika konsentrasi dalam tubuh berlebih. Logam berat menjadi berbahaya disebabkan sistem bioakumulasi, yaitu peningkatan konsentrasi unsur kimia didalam tubuh makhluk hidup (Anonymous, 2008).

Pada kadar rendah, logam berat diperlukan oleh makhluk hidup untuk pengaturan berbagai fungsi kimia dan fisiologi tubuh. Hal ini biasa dikenal dalam istilah

trace element, yaitu elemen kimia yang dibutuhkan oleh organisme hidup dalam jumlah sangat kecil (kurang dari 0,1% dari volume). Sebagai *trace element*, beberapa logam berat seperti tembaga (Cu), selenium (Se), Besi (Fe) dan zink (Zn) sangat penting untuk tubuh. Logam berat dapat menjadi berbahaya atau beracun ketika berada dalam kadar berlebihan di dalam tubuh (Jaishankar *et al.*, 2014). Sementara itu, kelompok elemen mikro merupakan kelompok logam berat tanpa memiliki fungsi sama sekali bagi tubuh. Contohnya yaitu timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As) dan kadmium (Cd). Senyawa-senyawa ini bahkan sangat berbahaya dan bersifat toksik pada manusia (Agustina, 2010). Menurut Darmono (1995), logam berat bersifat tidak dapat terurai dan mudah diabsorbsi.

Organisme yang pertama terpengaruh akibat kandungan logam berat pada tanah adalah tumbuhan pada habitat tersebut. Jika tumbuhan tersebut dikonsumsi oleh manusia, maka logam-logam berat dapat mengumpul di dalam tubuh dan tetap tinggal untuk jangka waktu lama sebagai racun terakumulasi, atau hal ini biasa disebut dengan bioakumulasi (Saeni,

1997). Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia di dalam tubuh makhluk hidup pada jangka waktu lama, dibandingkan dengan kadar zat kimia di alam (Panggabean, 2008). Kadar berlebihan menyebabkan logam berat tidak dapat dimetabolisme dan tidak dapat mengalami biotransformasi ke bentuk senyawa lain. Logam berat hanya dapat diekskresikan oleh tubuh melalui ginjal dalam bentuk ion dan ion ini dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal.

B. Merkuri (Hg)

Merkuri merupakan satu-satunya logam berbentuk cairan pada temperatur normal. Merkuri kadang disebut sebagai *quicksilver*. Logam ini berat dengan wujud berupa cairan berwarna putih keperakan mengkilap, tidak berbau, dan mudah menguap pada suhu ruangan (Lenntech, 2016; BSN, 2009). Berdasarkan sifat kimia dan fisik merkuri (Hg), tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air secara berurutan adalah merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co). Toksisitas logam berat bisa dikelompokkan

menjadi 3, yaitu bersifat toksik tinggi yang terdiri dari unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn; bersifat toksik sedang, yang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co; dan bersifat toksik rendah, yang terdiri atas unsur Mn dan Fe. Logam berat bersifat toksik karena tidak bisa dihancurkan (non-degradable) oleh organisme hidup yang ada di lingkungan sehingga logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan dan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik.

Logam ini merupakan konduktor panas yang lemah dibandingkan logam lain, namun masih dapat berfungsi sebagai konduktor listrik yang sesuai. Logam ini mudah bercampur dengan banyak logam lain seperti emas, perak dan timah. Campuran logam tersebut disebut sebagai amalgam. Garam merkuri terpenting adalah merkuri II klorida atau HgCl_2 , merkuri I klorida atau Hg_2Cl_2 , merkuri fulminate atau $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ dan merkuri sulfide atau HgS (Lenntech, 2016). Merkuri dapat berikatan dengan senyawa lain seperti klorin, sulfur atau oksigen. Ikatan tersebut akan membentuk senyawa atau garam merkuri anorganik. Kebanyakan

senyawa merkuri anorganik berupa bubuk atau larutan berwarna putih kecuali merkuri sulfida (sinabar). Sinabar memiliki warna merah dan berubah hitam ketika terkena cahaya. Merkuri umumnya ditemukan di alam dalam bentuk merkuri metalik, merkuri sulfida, merkuri klorida dan metil merkuri (BSN, 2009). Merkuri berada pada 3 bentuk utama, yaitu elemen metalik, garam anorganik dan senyawa organik. Masing- masing bentuk merkuri memiliki toksisitas dan bioavailabilitas berbeda. Bentuk tersebut tersedia secara luas di sumber daya air seperti danau, sungai dan laut. Senyawa merkuri tersebut kemudian diambil oleh mikroorganisme dan berubah ke dalam bentuk metil merkuri di dalam tubuh.



Gambar 1. Merkuri

Logam merkuri memiliki banyak kegunaan. Akibat kerapatannya yang tinggi, merkuri digunakan

dalam barometer dan manometer. Penggunaan merkuri secara luas pada termometer dikarenakan ekspansi panas tingkat tinggi yang cukup konstan pada rentang temperatur luas. Selain itu, kemudahan pencampuran merkuri dengan emas menyebabkan merkuri digunakan dalam pemulihan emas dari bijihnya (Lenntech, 2016). Industri menggunakan logam merkuri sebagai cairan elektroda di pabrik klorin dan sodium hidroksida melalui elektrolisis air garam. Merkuri masih digunakan di beberapa peralatan listrik seperti saklar. Saat ini merkuri jarang digunakan pada baterai dan lampu fluoresen (Lenntech, 2016). Merkuri tidak ditemukan secara alami dalam bahan makanan. Namun, merkuri dapat muncul di makanan karena disebarkan dalam rantai makanan oleh organisme kecil yang dikonsumsi manusia seperti ikan. Konsentrasi merkuri dalam ikan biasanya melebihi konsentrasi di air. Produk sapi peternakan juga dapat mengandung merkuri. Merkuri umumnya tidak ditemukan di tanaman, namun dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui sayuran dan tanaman lainnya. Hal tersebut dapat terjadi ketika pestisida mengandung merkuri (Lenntech, 2016).

C. Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan logam alami di dalam kerak bumi. Kadmium murni berbentuk logam lunak berwarna putih perak. Namun, kadmium murni belum pernah ditemukan hingga saat ini. Kadmium biasa ditemukan sebagai mineral terikat dengan unsur lain seperti oksigen, klorin atau sulfur. Logam Cd biasa digunakan dalam aplikasi sepuhan listrik (*electriplating*). Logam ini pertama kali digunakan dalam perang dunia ke-1 sebagai pengganti timah dan sebagai pigmen di industri zat warna. Kadmium metalik kebanyakan telah digunakan sebagai suatu agen anti-korosif (*cadmiation*). Saat ini, kadmium juga digunakan pada baterai isi ulang, pada produksi logam campur dan pada asap tembakau. Kurang lebih tiga per empat kadmium berfungsi sebagai komponen elektroda di baterai alkalin, selebihnya digunakan pada penyalutan, pigmen, pelapisan dan sebagai penstabil plastik. Kadmium dalam pembuatan solder bermanfaat sebagai penjaga reaksi nuklir fisi.



Gambar 2. Kadmium

Kadmium terbentuk secara alami pada bijih bersama zink, timbal dan tembaga. Penggunaan kadmium di Eropa telah menurun. Namun, produksi, konsumsi dan pengeluaran kadmium meningkat secara dramatis sepanjang abad ke-20 ini. Produk dengan kandungan kadmium jarang di daur ulang namun sering dibuang bersama dengan limbah rumah tangga sehingga terjadi kontaminasi lingkungan, khususnya jika limbah tersebut dibakar (Lenntech, 2016). Kadmium ditemukan terutama di buah dan sayuran akibat tingginya kecepatan transfer kadmium dari tanah ke tanaman (Satarug *et al.*, 2011). Kadmium adalah logam berat non essensial yang sangat toksik. Logam ini dikenal akan kemampuannya dalam memberikan

pengaruh buruk dengan menginduksi kekurangan nutrisi pada tanaman (Irfan *et al.*, 2013).

D. Arsenik (As)

Arsen memiliki simbol As, dengan nomor atom 33, ialah unsur yang terdapat di berbagai tempat dan terbentuk secara alami di dalam lapisan bumi. Keberadaan arsen sangat berlimpah di alam, menduduki peringkat ke- 20 di dalam lapisan kerak bumi, peringkat ke-12 dalam tubuh manusia dan peringkat ke-14 di air laut (Muji R dkk, 2018). Arsen terjadi dalam bentuk organik ataupun anorganik, memiliki perbedaan valensi meliputi -3 (arsine), +3 (arsenite), dan +5 (arsenate). Arsen yang bergabung dengan elemen lain seperti elemen hidrogen dan karbon akan terbentuk arsen organik, sedangkan arsen yang bergabung dengan oksigen, sulfur dan klorida akan membentuk arsen anorganik (Muji R dkk, 2018).

Arsenik merupakan salah satu logam terpenting penyebab keresahan pada sudut pandang ekologi maupun kesehatan manusia (Hughes *et al.*, 1988). Logam ini memiliki sifat *semi metallic*, beracun dan

dapat menyebabkan kanker (karsinogenik). Bentuk anorganiknya seperti arsenit dan arsenat bersifat mematikan terhadap lingkungan dan makhluk hidup. Logam ini tersedia secara luas dalam bentuk oksida, sulfide atau sebagai garam besi, sodium, kalsium, tembaga dan lain-lain (Singh *et al.*, 2007). Campuran arsenik digunakan dalam pembuatan beberapa tipe kaca, pengawet kayu dan semikonduktor *gallium arsenade* yang mampu mengubah arus listrik menjadi cahaya laser.



Gambar 3. Arsen

Gas arsine (AsH_3) telah menjadi gas *dopant* penting (suatu sumber ketidakmurnian terkendali untuk memodifikasi sifat listrik lokal dari bahan semi

konduktor) penting dalam industri mikrochip dengan regulasi ketat karena toksisitasnya. Arsen berasal dari kerak bumi. Arsen dilepaskan ke udara sebagai hasil sampingan dari aktivitas peleburan bijih baruan. Arsen dalam tanah berupa bijih, yaitu arsenopirit dan orpiment, dan dapat mencemari air tanah. Manusia dapat memperoleh arsenik secara alami dari alam, sumber industri atau dari sumber yang tidak diinginkan.

E. Timbal (Pb)

Timbal merupakan logam sangat beracun terutama terhadap anak-anak. Penggunaan timbal yang telah tersebar luas, menyebabkan kontaminasi pada lingkungan dan timbulnya masalah kesehatan di berbagai belahan dunia. Timbal secara alami ditemukan pada tanah, serta bersifat tidak berbau dan tidak berasa. Timbal dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa lain membentuk berbagai senyawa-senyawa timbal, seperti timbal oksida (PbO), timbal klorida ($PbCl_2$) dan lain-lain (BSN, 2009). Dalam industri baterai kendaraan bermotor, timbal metalik dan komponen-komponennya digunakan sebagai *grid*, yang merupakan *alloy* (suatu

persenyawaan) dengan logam berat (Pb-Bi) dengan perbandingan 93:7 (Palar, 2008). Menurut Sihite (2015), timbal juga dapat digunakan untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, bahan kimia, pewarna, pipa, dan solder. Timbal bermanfaat sebagai campuran dalam pembuatan pelapis keramik, disebut *glaze-silika* dengan oksida lainnya. Komponen timbal (PbO) ditambahkan ke dalam *glaze* untuk membentuk sifat yang mengkilap.



Gambar 4. Timbal

Timbal digolongkan ke dalam logam berat yang mempunyai sifat toksik yang tinggi sehingga sangat berbahaya bagi makhluk hidup. (Muji R dkk, 2018). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 tahun 2017 untuk kadar ambang batas dari logam berat

Timbal (Pb) yaitu 0,05 mg/L (Permenkes No. 32 tahun 2017). Apabila kadar timbal melebihi ambang batas maka dapat terjadi dampak negatif seperti menjadi zat karsinogenik atau dapat menyebabkan kanker, keracunan, gangguan terhadap berbagai sistem organ seperti darah, sistem syaraf dan ginjal (Muji R dkk, 2018).

Timbal sebenarnya terbentuk secara alami di alam, namun kebanyakan dari konsentrasi timbal di lingkungan berasal dari hasil aktivitas manusia. Akibat penggunaan timbal pada bahan bakar, siklus timbal buatan telah terbentuk. Logam berat yang terkandung di perairan dapat memberikan dampak negatif terhadap organisme perairan dan juga manusia. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme perairan melalui insang, permukaan tubuh, otot, saluran pencernaan, dan hati serta dapat terakumulasi dalam tubuh organisme perairan (Azaman et al., 2015). Logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia juga dapat berbahaya bagi kesehatan. Logam berat mengakibatkan terhalangnya kerja enzim sehingga metabolisme tubuh terganggu, mengakibatkan kanker dan mutasi. Beberapa

logam berat yang dianggap sangat berbahaya bagi manusia antara lain timbal (Pb) dan Arsen (As) (Effendi et al., 2012). Pada mesin kendaraan, timbal dibakar sehingga garam timbal (klorin, bromin dan oksida) akan terbentuk. Garam timbal ini masuk ke dalam lingkungan melalui buangan gas kendaraan. Partikel berukuran lebih besar akan segera jatuh ke tanah kemudian mencemari tanah atau permukaan air. Sementara itu, partikel berukuran lebih kecil akan bergerak pada jarak yang jauh melalui udara dan menetap di atmosfer. Logam berat timbal (Pb) dapat dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis secara kualitatif dapat menggunakan pereaksi antara lain HCl, KI dan NaOH. Secara kuantitatif menunjukkan bahwa berapa kandungan logam timbal (Pb) yang terdapat pada sampel tersebut melalui cara diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer serapan atom (SSA) untuk menentukan kadar logam timbal (Pb) (Sri Seprianto M dkk, 2017). Timbal ini akan jatuh kembali ke tanah ketika hujan. Siklus timbal akibat aktivitas manusia ini jauh lebih luas dari siklus timbal alami. Hal

tersebut menyebabkan polusi timbal menjadi masalah dunia (Lenntech, 2016).

F. Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan logam transisi (golongan I B) berwarna kemerahan, mudah regang, dan mudah ditempa. Logam ini memantulkan cahaya merah dan oranye serta menyerap cahaya frekuensi lain pada spektrum tampak. Akibat struktur pitanya yang khas, tembaga terlihat berwarna kemerahan. Tembaga mudah ditempa. Logam ini merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik. Selain itu, tembaga memiliki reaktifitas kimia rendah. Logam ini akan membentuk permukaan film kehijauan secara perlahan pada udara lembab. Permukaan film tersebut disebut platina. Permukaan tersebut berfungsi sebagai lapisan pelindung logam dari kerusakan lebih lanjut (Lenntech, 2016). Logam ini sangat ideal untuk sistem pemasangan listrik karena tembaga mudah bekerja, dapat ditarik menjadi kawat halus dan memiliki koduktifitas elektrik yang tinggi. Logam Cu juga biasa digunakan dalam pewarnaan tekstil, penyepuhan, pelapisan, dan

pembilasan pada industri perak. Tembaga sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), juga banyak digunakan dalam bidang pertanian dan peternakan, yaitu sebagai fungisida, algasida, pupuk Cu, dan sebagai zat pengatur pertumbuhan untuk babi (Lenntech, 2016 dan Alloway, 1995).



Gambar 5. Tembaga

Logam Cu merupakan salah satu logam berat esensial untuk kehidupan makhluk hidup sebagai elemen mikro. Apabila konsentrasi logam Cu dalam tubuh melebihi batas, logam ini akan bersifat racun (Panjaitan, 2009). Pada tumbuhan secara umum, logam Cu memegang peranan penting dalam pertumbuhannya yaitu sebagai activator enzim. Cu juga berguna untuk pertumbuhan jaringan tumbuhan terutama jaringan

daun dimana terjadi proses fotosintesis. Kekurangan logam Cu mengakibatkan tumbuhan berdaun kecil dan berwarna kuning, bahkan efek lanjutannya mengakibatkan tumbuhan gagal memproduksi bunga (Hamzah dan Agus, 2010). Namun, apabila kandungan logam Cu melebihi batas toleransi tumbuhan maka dapat mengganggu pertumbuhan termasuk proses fotosintesis dan respirasi (Kristanti et al., 2007).

Tingginya produksi tembaga berarti bahwa semakin banyak tembaga yang berakhir di lingkungan. Tembaga masuk ke dalam udara terutama melalui pelepasan selama pembakaran bahan bakar fosil. Tembaga di udara akan menetap dalam jangka waktu lama sebelum mengendap ketika hujan mulai turun. Kemudian logam tersebut akan tersimpan di tanah sehingga tanah juga dapat mengandung tembaga dalam jumlah besar (Lenntech, 2016). Tembaga dapat

BAB II

TOKSISITAS LOGAM BERAT

Beberapa logam berat berbahaya adalah timbal, merkuri, arsen dan kadmium. Daya toksisitas logam ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kadar logam yang terserap, lamanya konsumsi, umur, spesies, jenis kelamin, kebiasaan makan-makanan tertu, kondisi fisik, dan kemampuan jaringan tubuh dalam mengakumulasi logam. Logam bersifat toksik karena terikat secara spesifik pada ligan struktur biologi. Sebagian besar logam menduduki ikatan tersebut dalam beberapa jenis sistem enzim dalam tubuh sehingga tidak aktif (penyebab utama toksisitas). Dengan demikian dosis logam merupakan faktor penting untuk menentukan *prognosis* penderita dan mencari cara pengobatan terhadap keracunan logam (Darmono, 2001). Toksisitas logam pada manusia dapat menyebabkan timbulnya kerusakan jaringan terutama jaringan detoksifikasi dan ekskresi yaitu hati dan ginjal. Bahkan, beberapa logam memiliki sifat karsinogenik (pembentuk kanker) maupun teratogenik (Darmono, 1995).

A. Sumber Pencemaran Logam Berat

1. Merkuri (Hg)

Merkuri anorganik diubah menjadi senyawa organik, seperti metil merkuri, yang sangat stabil dan terakumulasi pada rantai makanan. Hingga tahun 1970, metil merkuri umumnya digunakan untuk pengendalian jamur pada biji gandum. Populasi umum utamanya terpapar merkuri melalui makanan. Ikan menjadi sumber terbesar paparan metil merkuri (WHO, 1990) kemudian amalgam gigi. Beberapa percobaan telah menunjukkan bahwa aroma merkuri dilepaskan dari pengisian amalgam dan tingkat pelepasan akan meningkat ketika mengunyah (Lindh *et al.*, 2002). Senyawa merkuri organik seperti alkil-merkuri, menjadi penyebab sekitar 80 % dari peristiwa keracunan akibat merkuri. Senyawa-senyawa tersebut biasa digunakan sebagai pestisida dalam bidang pertanian dan sebagai katalis dalam industri kimia (Palar, 2008). Tersebar nya logam Hg di tanah, perairan, ataupun udara bisa melalui berbagai jalur, seperti pembuangan limbah industri secara langsung, baik limbah padat maupun cair ke tanah, udara, dan air. Menurut Widowati (2008),

merkuri pada kerak bumi sebesar 0,08 mg/kg banyak tertimbun di daerah penambangan. Apabila masuk ke dalam perairan, merkuri mudah berikatan dengan klor dan membentuk ikatan HgCl. Dalam bentuk tersebut, Hg mudah masuk ke dalam plankton dan dapat berpindah ke biota laut lain. HgCl akan berubah menjadi metil merkuri (CH_3Hg) oleh peran mikroorganisme pada sedimen di dasar perairan. Mikroorganisme kemudian termakan oleh ikan sehingga konsentrasi merkuri dalam ikan meningkat (Widowati, 2008).

Mekanisme toksisitas merkuri dalam tubuh manusia Otak tetap menjadi organ target merkuri. Selain itu, saraf, ginjal dan otot juga dapat terganggu fungsinya akibat merkuri. Logam ini dapat menyebabkan gangguan potensial membran dan memutus homeostasis kalsium intraseluler. Merkuri berikatan ke thiol bebas yang ada ketika stabil (Patrick, 2002). Uap merkuri dapat menyebabkan bronkitis, asma dan masalah pernapasan. Sementara Merkuri berperan penting dalam kerusakan struktur protein tersier dan kuartener. Selain itu, merkuri juga dapat mengubah fungsi seluler dengan melekat pada gugus

selenohidril dan sulfhidril yang bereaksi dengan metil merkuri kemudian terjadi penghambatan struktur seluler. Logam ini juga terlibat dalam proses transkripsi dan translasi. Akibatnya, ribosom, retikulum endoplasma dan aktivitas sel pembunuh alami menghilang. Integritas seluler juga terpengaruh, berakibat pada pembentukan radikal bebas (Jaishankar *et al.*, 2014).

2. Kadmium (Cd)

Sumber alami dan *anthropogenic* kadmium termasuk buangan industri, penggunaan pupuk dan lumpur tanah pertanian dapat menyebabkan pencemaran tanah. Hal tersebut mengakibatkan peningkatan pengambilan kadmium oleh hasil panen dan sayuran untuk konsumsi manusia. Proses pengambilan kadmium tanah oleh tanaman akan meningkat pada pH rendah (Zhang *et al.*, 1998). Merokok adalah sumber paparan kadmium paling besar. Pemantauan biologi terhadap kadmium pada populasi umum telah menunjukkan bahwa merokok dapat menyebabkan peningkatan signifikan kadar kadmium